



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 203 12 808 U1** 2004.05.19

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(22) Anmeldetag: **15.08.2003**  
(47) Eintragungstag: **15.04.2004**  
(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **19.05.2004**

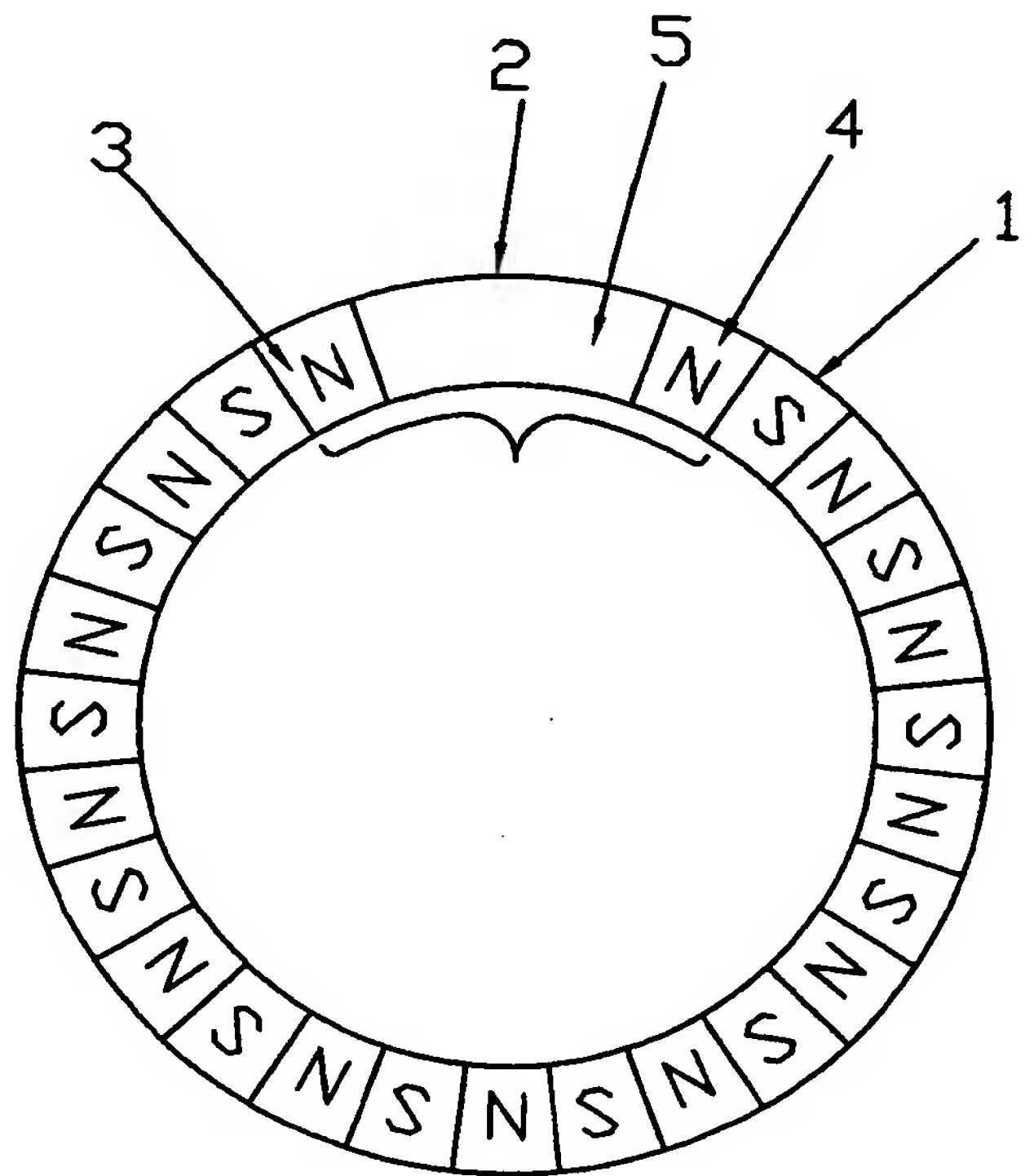
(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **G01B 7/30**  
**G01P 3/487**

(71) Name und Wohnsitz des Inhabers:  
**Carl Freudenberg KG, 69469 Weinheim, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Magnetischer Multipolencoder**

(57) Hauptanspruch: Magnetischer Multipolencoder, insbesondere zur Winkellagenmessung einer Kurbelwelle eines Kraftfahrzeugs, der wenigstens eine Magnetspur mit einer streifenförmigen Magnetisierung mit abwechselnder Polung und wenigstens einem Markierungsabschnitt zur Definition einer Referenzlage aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Markierungsabschnitt einen mittleren Bereich umfasst, der nicht oder nur schwach magnetisiert ist sowie zwei mit gleicher Polung magnetisierte Streifen, die sich beiderseits an den mittleren Bereich anschließen.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen magnetischen Multipolencoder, der wenigstens eine Magnetspur mit einer streifenförmigen Magnetisierung mit abwechselnder Polung und wenigstens einem Markierungsabschnitt zur Definition einer Referenzlage umfasst.

## Stand der Technik

[0002] Es ist bekannt, zur Erfassung der Drehzahl oder der Winkellage rotierender Maschinenteile sogenannte Multipolencoder einzusetzen, so zum Beispiel zur Ermittlung der jeweils aktuellen Winkellage der Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine. Die dabei gewonnenen Signale werden in der Regel zur Motorsteuerung, insbesondere zur Erzeugung von Einspritz- oder Zündimpulsen herangezogen.

[0003] Solche Multipolencoder umfassen in der Regel einen im wesentlichen kreisringförmigen Trägerkörper, beispielsweise aus einem metallischen Werkstoff, der wenigstens an seinem äußeren Umfangsrand mit wenigstens einer magnetischen Spur versehen ist. In die magnetische Spur ist eine streifenförmige Magnetisierung eingeprägt, bei der sich Nord- und Südpole mit kleinen Teilungsabständen abwechseln. Die magnetische Spur kann beispielsweise aus einem thermoplastischen, mit magnetisiertem Ferrit durchsetztem Material bestehen.

[0004] Zur Winkellage- oder Drehzahlmessung einer Welle wird der magnetische Encoder üblicherweise auf dieser Welle befestigt. Es sind aber auch Anwendungen bekannt, bei welchen der Encoder an einem Gehäuse befestigt ist, das um eine feststehende Welle rotiert. Bei Rotation der Welle bzw. des Gehäuses entsteht somit ein sich in Abhängigkeit von den Teilungsabständen der Magnetpole periodisch veränderndes Magnetfeld, das mittels eines magnetischen Sensors, erfasst werden kann. Der Sensor, beispielsweise ein Hall-Sensor oder ein magnetoresistiver Sensor, auch MR- oder GMR(=Giant-MR)-Sensor genannt, wandelt das sich zeitlich verändernde Magnetfeld in ein periodisches elektrisches Signal um, das, wie bereits oben beschrieben, zur Motorsteuerung eingesetzt werden kann.

[0005] Es ist weiterhin bekannt, dass zur Erfassung des Drehwinkels auf dem magnetischen Multipolencoder eine Markierung erfolgen muss, um wenigstens eine Position zu bestimmen, die einer Referenzlage entspricht, beispielsweise dem oberen Totpunkt (OT-Punkt) eines Zylinders einer Brennkraftmaschine. Diese Markierung erfolgt in der Regel durch einen Magnetpol, der in Bezug zur Abstandsteilung der anderen Magnetpole wesentlich breiter ist. Nachteilig an einer solchen Anordnung ist, dass ein solcher verbreiteter Magnetpol die durch die benachbarten Pole erzeugten Magnetfelder stark beeinflusst, insbeson-

dere diese im angrenzenden Bereich verdrängt, was sich negativ auf den Einzelteilungsfehler auswirkt.

## Darstellung der Erfindung

[0006] Aufgabe der Erfindung ist, einen magnetischen Multipolencoder der eingangs genannten Art so weiter zu entwickeln, dass der durch den Markierungsabschnitt erzeugte Einzelteilungsfehler minimiert wird.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst mit einem magnetischen Multipolencoder mit allen Merkmalen des Schutzanspruchs 1. Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist in dem Unteranspruch beschrieben.

[0008] Erfindungsgemäß wird bei einem magnetischen Multipolencoder, der wenigstens eine Magnetspur mit einer streifenförmigen Magnetisierung mit abwechselnder Polung und wenigstens einem Markierungsabschnitt aufweist, zur Definition einer Referenzlage der Markierungsabschnitt so ausgebildet, dass er einen mittleren Bereich umfasst, der nicht oder nur schwach magnetisiert ist sowie zwei mit gleicher Polung magnetisierte Streifen, die sich beiderseits an den mittleren Bereich anschließen. Die den Markierungsabschnitt beiderseits begrenzenden Magnetpole haben dabei in etwa die gleiche Streifenbreite wie die übrigen Streifen des regelmäßigen Streifenmusters des Encoders. Geringfügige Abweichungen der Streifenbreite können aus der Optimierung der Magnetfeldverteilung im Hinblick auf kleinstmögliche Einzelteilungsfehler resultieren.

[0009] Dadurch, dass die Streifenbreite der im Markierungsabschnitt randseitig angeordneten Pole der übrigen Pole in etwa entspricht und dass der mittlere Bereich nicht oder nur gering magnetisiert ist, entspricht auch die Magnetfeldstärke der randseitig angeordneten Pole der der Nachbarpole, so dass es zu keiner Verdrängung der Magnetfelder der an den Markierungsabschnitt angrenzenden Nachbar-Pole kommen kann. Die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile werden mit der erfindungsgemäßen Lösung überwunden.

[0010] Die den Markierungsabschnitt beiderseits begrenzenden Magnet-Pole besitzen die gleiche Polung. Ein „Hineinwandern“ der Magnetisierung in den nicht magnetisierten Bereich wird aufgrund der gegenseitigen Abstoßung der gleichen Magnetpole weitgehend vermieden.

[0011] Ein erfindungsgemäßer magnetischer Multipolencoder eignet sich insbesondere zur Winkellagenmessung, insbesondere im Automobilbereich, beispielsweise zur Winkellagenmessung bei einer Kurbelwelle zur Steuerung von Zünd- oder Einspritzimpulsen des Motors. Prinzipiell kann er jedoch überall dort eingesetzt werden, wo mit Hilfe einer Magnetspur mit abwechselnder Polung Abläufe erfasst und/oder gesteuert werden sollen, wobei wenigstens eine Referenzlage ausgezeichnet sein muss. Hierbei sind auch je nach Anwendungsfall lineare Anordnun-

gen einer Magnetspur oder sonstige Geometrien möglich. Es liegt auf der Hand, dass die erfindungsgemäße Ausbildung des Markierungsabschnitts auch bei den bekannten ringförmigen Multipolencodern unabhängig davon ist, ob diese eine oder mehrere Magnetspuren aufweisen oder ob die Magnetspuren axial oder radial am ringförmigen Träger angeordnet sind.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0012] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren näher erläutert:

Es zeigen

[0013] **Fig. 1:** in schematischer Darstellung in Draufsicht einen erfindungsgemäßen Multipolencoder mit Streifenmagnetisierung;

[0014] **Fig. 2:** den prinzipiellen Signalverlauf bei verschiedenen Sensoranordnungen aufgenommen an einem erfindungsgemäßen Multipolencoder im Markierungsabschnitt;

[0015] **Fig. 3:** die an einem erfindungsgemäßen Multipolencoder gemessenen Sensorsignale analog zu den theoretischen Kurven aus **Fig. 2**

[0016] Man erkennt in **Fig. 1** einen ringförmigen Multipolencoder **1** mit einer Streifenmagnetisierung mit abwechselnder Polung, bei welchem der Markierungsabschnitt **2** zur Definition einer Referenzlage zur Winkellagenmessung gemäß der Erfindung ausgebildet ist. Der Magnetisierungsabschnitt **2** wird beiderseits von zwei streifenförmigen Magnetpolen **3, 4** gleicher Polung, hier Nord-Pol, begrenzt. Zwischen den beiden Magnetpolen **3, 4** befindet sich ein mittlerer nicht magnetisierter Bereich **5**.

[0017] **Fig. 2** zeigt den schematischen Verlauf des Sensorsignals im Bereich eines erfindungsgemäß ausgestalteten Markierungsabschnitts eines Multipolencoders, aufgenommen mit einem b) Hall-Sensor und einem c) MR-Sensor: Zur Erleichterung der Zuordnung des Signalverlaufs zur Anordnung der Magnetpole ist unter a) schematisch die Polanordnung eines erfindungsgemäßen Multipolencoders **1** im Bereich des Markierungsabschnitts **2** dargestellt. Man erkennt, dass der Hall-Sensor, der üblicherweise so angeordnet wird, dass er bei Durchlaufen einer senkrechten Magnetfeldkomponente ein Signal erzeugt, auch im Bereich des Markierungsabschnitts **2** unerwünschte Signale  $S_3$  und  $S_4$  liefert. Diese werden durch die beiden den Markierungsabschnitt begrenzenden Pole **3, 4** erzeugt. Demgegenüber zeigt der MR-Sensor, der auf waagrechte Magnetfeldkomponenten reagiert, das gewünschte Verhalten: Nach Durchlaufen eines Signalmaximums  $S_{SN}$  am linken Rand des Markierungsabschnitts **2** beim Übergang vom Südpol zum linken randseitigen Nordpol **3** des Markierungsabschnitts fällt das Signal ab, erreicht die Nulllinie bei Durchlaufen des mittleren nicht magnetisierten Bereichs **2** und fällt weiter ab zu einem

weiteren (negativen) Signalmaximum  $S_{NS}$  bei Erreichen des Übergangs vom rechten randseitigen Nordpol des Markierungsabschnitts zum sich daran anschließenden Südpol der regelmäßigen Streifenmagnetisierung. Hieraus resultiert, dass bei Verwendung eines MR-Sensors, im Bereich des Markierungsabschnitts die gewünschte „Signallücke“ entsteht. Ein analoges Verhalten lässt sich auch mit einem Hall-Sensor erreichen, wenn dieser in „MR-Einbaulage“, d. h. so dass die tangentielle Magnetfeldkomponente senkrecht auf ihn auftrifft. Dem Fachmann sind diese unterschiedlichen Messprinzipien verschiedener Magnetsensor-Typen bekannt, so dass es ihm ohne weiteres möglich ist, den erfindungsgemäßen Multipolencoder mit einem geeigneten Sensor einzusetzen.

[0018] **Fig. 3** zeigt die zu den Kurvenverläufen aus **Fig. 2** analogen, an einem Prototypen eines erfindungsgemäßen Multipolencoders erhaltenen Messkurven. Man erkennt, dass der Verlauf der Messkurven prinzipiell dem der theoretischen Kurvenverläufe aus **Fig. 2** entspricht. Da es sich um einen noch nicht optimierten Prototypen eines Multipolencoders handelt, sind die Messkurven teilweise noch unsymmetrisch bzw. zeigen „Überschwinger“. Dies lässt sich mit einem optimierten Encoder leicht bereinigen. Wie das digitalisierte MR-Signal in **Fig. 3** zeigt, lassen sich diese Unregelmäßigkeiten allein schon durch Heraufsetzen der Sensorschaltsschwelle kompensieren. Das digitalisierte MR-Signal entspricht schon weitgehend dem gewünschten Signalverlauf.

#### Schutzansprüche

1. Magnetischer Multipolencoder, insbesondere zur Winkellagenmessung einer Kurbelwelle eines Kraftfahrzeugs, der wenigstens eine Magnetspur mit einer streifenförmigen Magnetisierung mit abwechselnder Polung und wenigstens einem Markierungsabschnitt zur Definition einer Referenzlage aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Markierungsabschnitt einen mittleren Bereich umfasst, der nicht oder nur schwach magnetisiert ist sowie zwei mit gleicher Polung magnetisierte Streifen, die sich beiderseits an den mittleren Bereich anschließen.

2. Magnetischer Multipolencoder nach Schutzanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite der beiden sich an den mittleren Bereich des Markierungsabschnitts beiderseits angrenzenden Magnetpole zur Minimierung, des Einzelteilungsfehlers optimiert ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

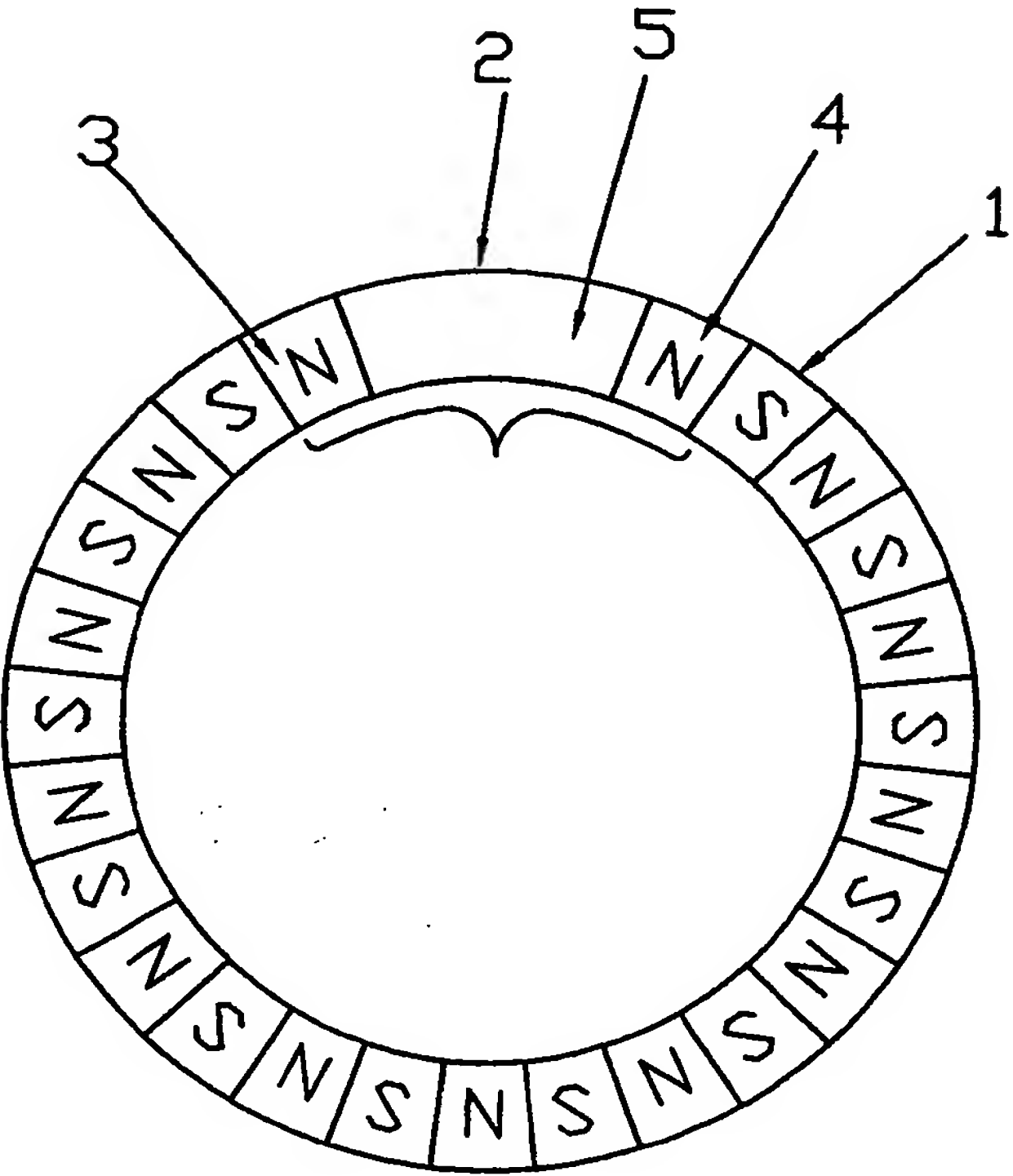


Fig 1

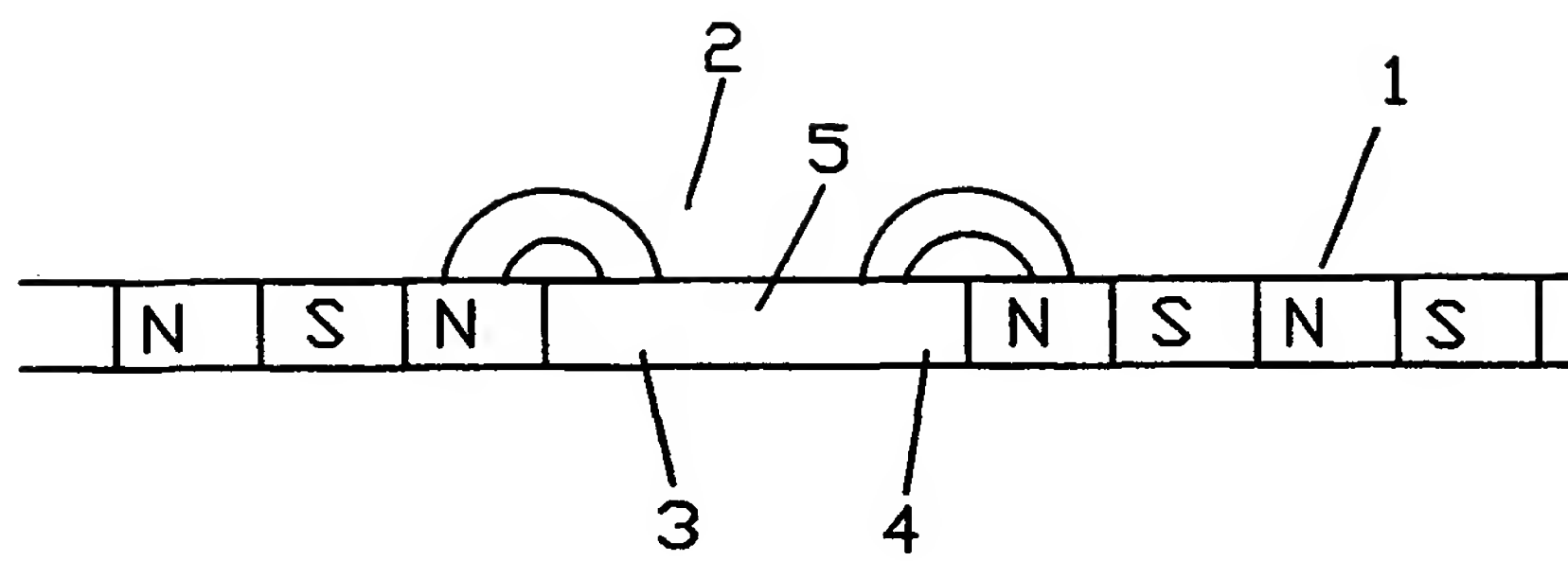
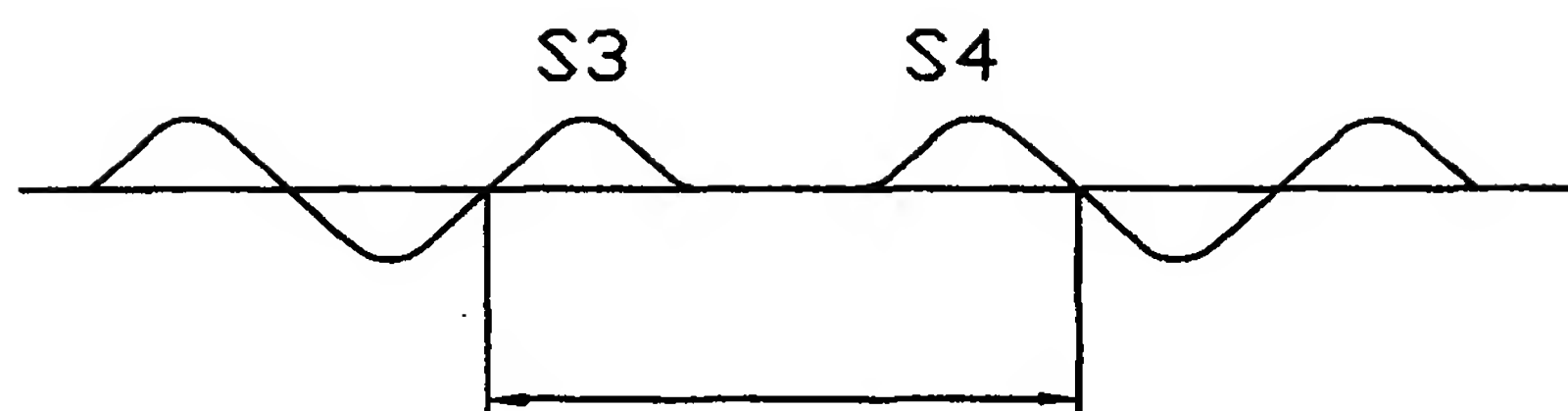


Fig. 2 a



*Fig 2 b*

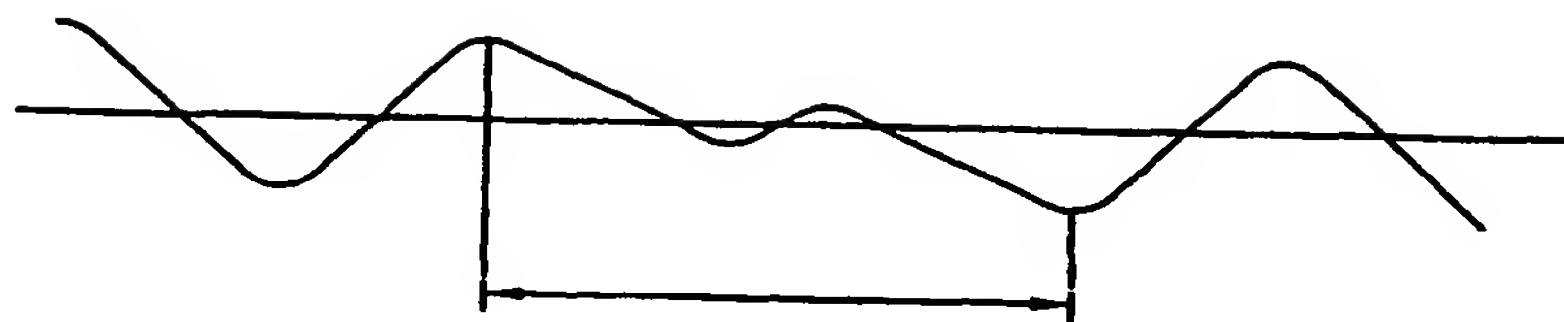


Fig 2 c

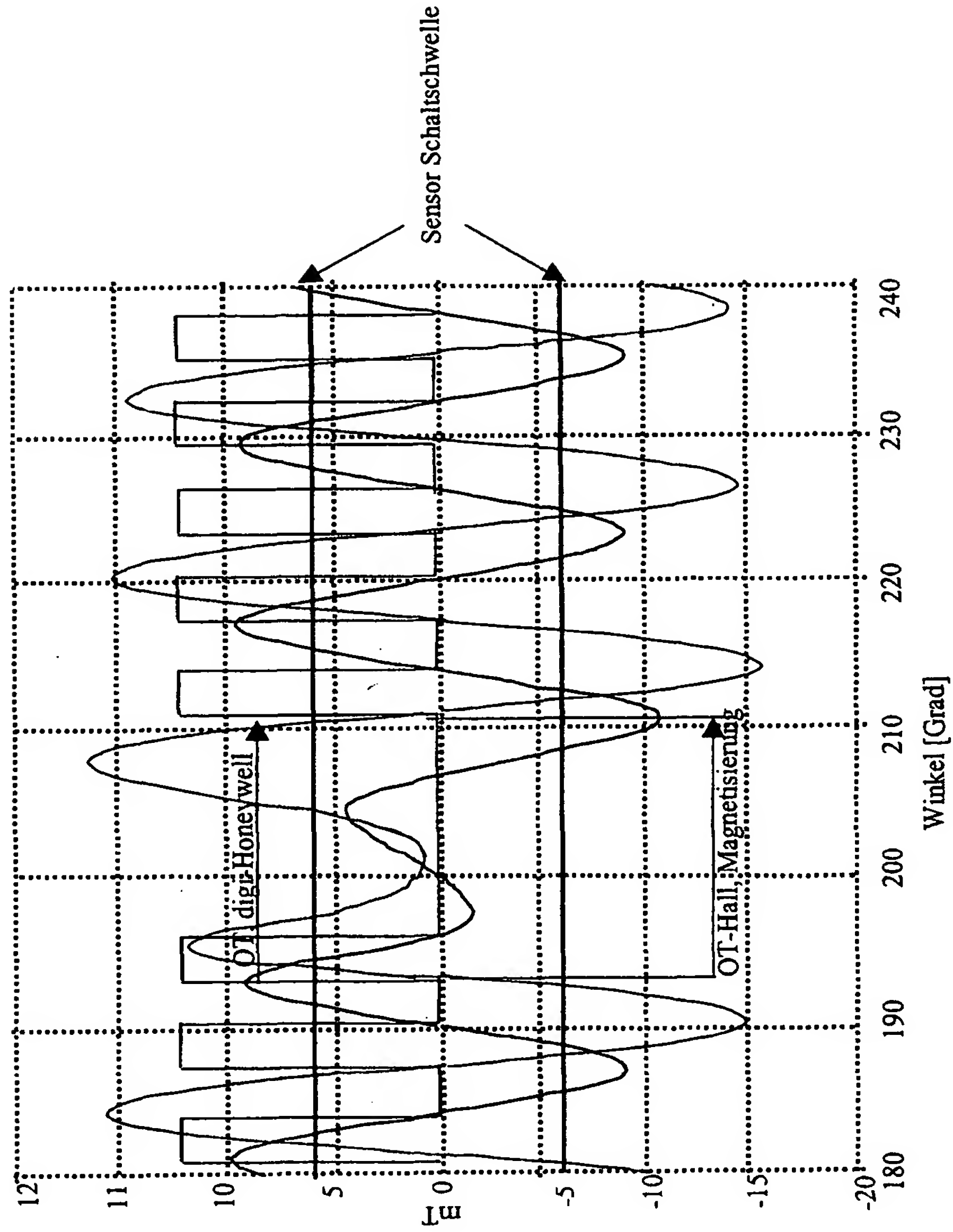


Fig. 3